Electron S.R.L.

Design
Production &
Trading of
Educational
Equipment

B4130-B – EXPERIENCES AM DE BASE

MANUEL D'INSTRUCTIONS

12/2004

SOMMAIRE

1 - INFORMATIONS GENERALES

2 – DESCRIPTION DU SYSTEME

3 - EXERCICES

–Exercice No. 1 - LE MODULATEUR A DIODES
–Exercice No. 2 - POURCENTAGE DE MODULATION
–Exercice No. 3 - BANDES LATERALES
–Exercice No. 4 - LE MODULATEUR A TRANSISTORS
–Exercice No. 5 - LE MELANGEUR/CONVERTISSEUR DE FREQUENCE
–Exercice No. 6 – L'AMPLIFICATEUR FI
–Exercice No. 7 - LE DETECTEUR D'ENVELOPPE

4 – RECHERCHE DES PANNES SIMULEES

5 – LISTE DES PANNES

ANNEXE

PAGE VIDE

1 - INFORMATIONS GENERALES

Cette unité didactique se compose d'un set de modules pour étudier et expérimenter les propriétés fondamentales des ondes MA et pour introduire l'étudiant aux circuits plus largement diffusés pour générer et traiter ces signaux.

En détail l'unité didactique comprend:

- Modulateur à diodes
- Modulateur à transistors
- Mélangeur/convertisseur de fréquence MA
- Oscillateur local et amplificateur FI avec CAG
- Détecteur MA à diode
- VF et générateurs de porteuse
- Simulation de pannes par 8 microswitches cachés sous un couvercle accessible à l'instructeur. La simulation de pannes sous le contrôle d'un PC est possible au moyen du B1178 - Interface au PC pour Simulation de pannes.

Sujets d'étude:

- Propriétés fondamentales de la MA: spectres et puissance
- Génération de l'onde MA: fonctionnement des modulateurs MA, rendement, linéarité, indice de modulation, etc.
- Conversion MA: fonctionnement des mélangeurs/convertisseurs, produits de conversion, filtrage de termes non désirés, etc.
- Traitement de l'onde MA: principe des amplificateurs FI, gain, bande passante, stabilité
- Détection de l'onde MA: fonctionnement de l'étage pilote/détecteur
- Recherche des pannes des systèmes de communication MA

Le panneau doit être alimenté par une source +15, -15V_{CC}. On recommande l'utilisation de l'alimentation B4192.

PAGE VIDE

2 – DESCRIPTION DU SYSTEME

Les Figures 1, 2 et 3 montrent respectivement un vue de face de l'unité didactique et son schéma détaillé.
La face avant de l'unité didactique est organisée en blocs fonctionnels. Les caractéristiques essentielles de chaque bloc seront exposées pour fournir une vue d'ensemble à l'étudiant. L'ultérieure investigation et étude de chaque bloc sera l'objet des expériences suivantes.

1 – Générateur de porteuse: Ceci délivre la porteuse nécessaire pour le fonctionnement des modulateurs intégrés. Il se compose d'un oscillateur Hartley avec un buffer pour découpler la source (oscillateur) de la charge externe.
Le générateur délivre une onde sinusoïdale de 700KHz, 4Vcc nominal.
Le réglage grossier de la fréquence se fait par le trimmer C9, tandis que le réglage fin se fait à travers le noyau de L1.
Le trimmer P3 fournit le réglage de l'amplitude.

2 – Modulateur à diodes: C'est une forme très classique de modulateur MA élémentaire. Il a deux entrées où la porteuse et le signal audio modulant sont additionnés et la forme d'onde résultante passe à travers la diode D1, qui supprime les demi-ondes négatives.
Le résultat est un Onde MA plus des termes de modulation parasites, qui sont supprimés par un filtre accordé constitué de L2.
Le dernier étage se compose d'un amplificateur opérationnel qui augmente l'amplitude à un niveau apte à l'ultérieure utilisation.

Le modulateur à diodes délivre une sortie MA de 2Vcc environ, modulée 100%, dans ces conditions:

- Porteuse: 700 KHz, 4Vcc
- signal AF modulant: 4Vcc
- L2 parfaitement accordée sur la fréquence porteuse.

3 – Modulateur à transistors: C'est un autre type de modulateur communément utilisé. Il se compose d'un commutateur à transistor (Q5) qui alternativement est saturé/bloqué suivant le comportement du signal de porteuse appliqué à sa base.
Le niveau de tension de blocage est déterminé par le signal audio modulant, à travers un deuxième transistor (Q6) agissant comme un buffer. La forme d'onde résultante est un Onde MA plus des produits de modulation parasites, qui sont filtrés par un filtre (L3) accordé sur la fréquence porteuse.

Le modulateur à transistors délivre une sortie MA de 2Vcc environ, modulée 90%, dans les conditions suivantes:

- Porteuse: 700 KHz, 4Vcc
- Signal AF modulant: 4Vcc
- L3 parfaitement accordée sur la fréquence porteuse.

4 – Oscillateur local: Ce bloc, avec autres décrits ci-après, sert à démontrer la réception des Ondes MA et la reconstruction de l'information.
Ce bloc délivre une porteuse, réglable dans la gamme de 550 à 1600KHz environ, utilisée pour faire fonctionner le mélangeur/convertisseur intégré.
Les points de réglage sont:

- P6 – réglage grossier de la fréquence (dans la gamme de 550 à 1600KHz)
- P5 – réglage fin de la fréquence
- P7 – réglage du niveau

5 – Mélangeur-convertisseur: Ce bloc utilise un CI monolithique qui fonctionne comme un mélangeur/convertisseur équilibré. Il reçoit l'Onde MA entrante sur ses prises RF INPUT et la mélange (hétérodyne) avec le signal de l'oscillateur local intégré.
Le signal résultant du mixage, composé du signal utile à fréquence abaissée plus les produits de conversion parasites, est disponible au point de mesure TP1 (FI).

6 – Amplificateur FI /détecteur/ générateur CAG: Ce bloc complète le récepteur de l'unité didactique. L'amplificateur FI se compose d'un amplificateur à un seul-étage accordé à 470KHz nominal, réglable par L4. Ceci supprime les produits de conversion parasites et augmente le signal utile jusqu'à un niveau apte à faire fonctionner le détecteur d'enveloppe suivant.

Le détecteur d'enveloppe reconstruit l'audiofréquence et un niveau c.c. proportionnel à l'intensité de l'Onde MA reçue. Ce signal est utilisé pour réaliser le Contrôle automatique du gain (CAG) de l'amplificateur FI.
Le CAG peut être exclu ou inséré selon la position des cavaliers JP2 et JP3 pour essais spécifiques.
Noter que ce détecteur d'enveloppe est fourni avec une charge réglable (P4) pour étudier son fonctionnement en différentes conditions.

7 – Générateur de fréquence audio: Il s'agit d'un circuit auxiliaire intégré pour simplifier l'exécution des expériences.
It fournit une onde sinusoïdale dans la bande audio, à utiliser comme signal modulant pour les modulateurs MA intégrés.
Le niveau du signal est réglable par P1 de 0 à 4Vcc environ.

Noter la présence de P2 pour régler le gain de l'oscillateur à déphasage. Un réglage correct de P2 est critique pour le fonctionnement du circuit: un réglage excessif porte l'oscillateur à produire une sortie déformée. Un réglage trop bas fait obstacle à stables oscillations et le générateur s'arrête. Le meilleur réglage est pour l'amplitude maximum et la distorsion minimum.
A cause du vieillissement et de la dérive de la valeur des composants, il peut devenir nécessaire de répéter le réglage P2 de temps en temps.

8 – Entrées Alimentation: Vous devez connecter ici l'alimentation externe. Deux tensions stabilisées sont nécessaires, +15V et –15V. La consommation de courant de crête de chaque source est moins de 100mA.

9 – Simulateur de pannes: C'est un réseau de 8 microswitches cachés sous un couvercle en plastique. L'instructeur simule une panne hors de 8 possibles, suivant les instructions données à la fin de ce manuel (pour l'utilisation de l'instructeur seulement).
Dans le fonctionnement normal de l'unité didactique aucune panne ne doit être inséré, c'est à dire tous les commutateurs doivent être en position OFF.

10 – Connecteur J1: Ceci permet de connecter l'unité didactique à l'unité optionnelle B1178 – Interface au PC pur la simulation des pannes, qui permet la programmation et la recherche des pannes à l'aide d'un PC.
Le même connecteur permet de connecter le B1180 – Laboratoire Informatisé pour la Formation Electronique.
Noter toutefois que la pleine utilisation de l'unité didactique est possible sans les options B1178 ou B1180.

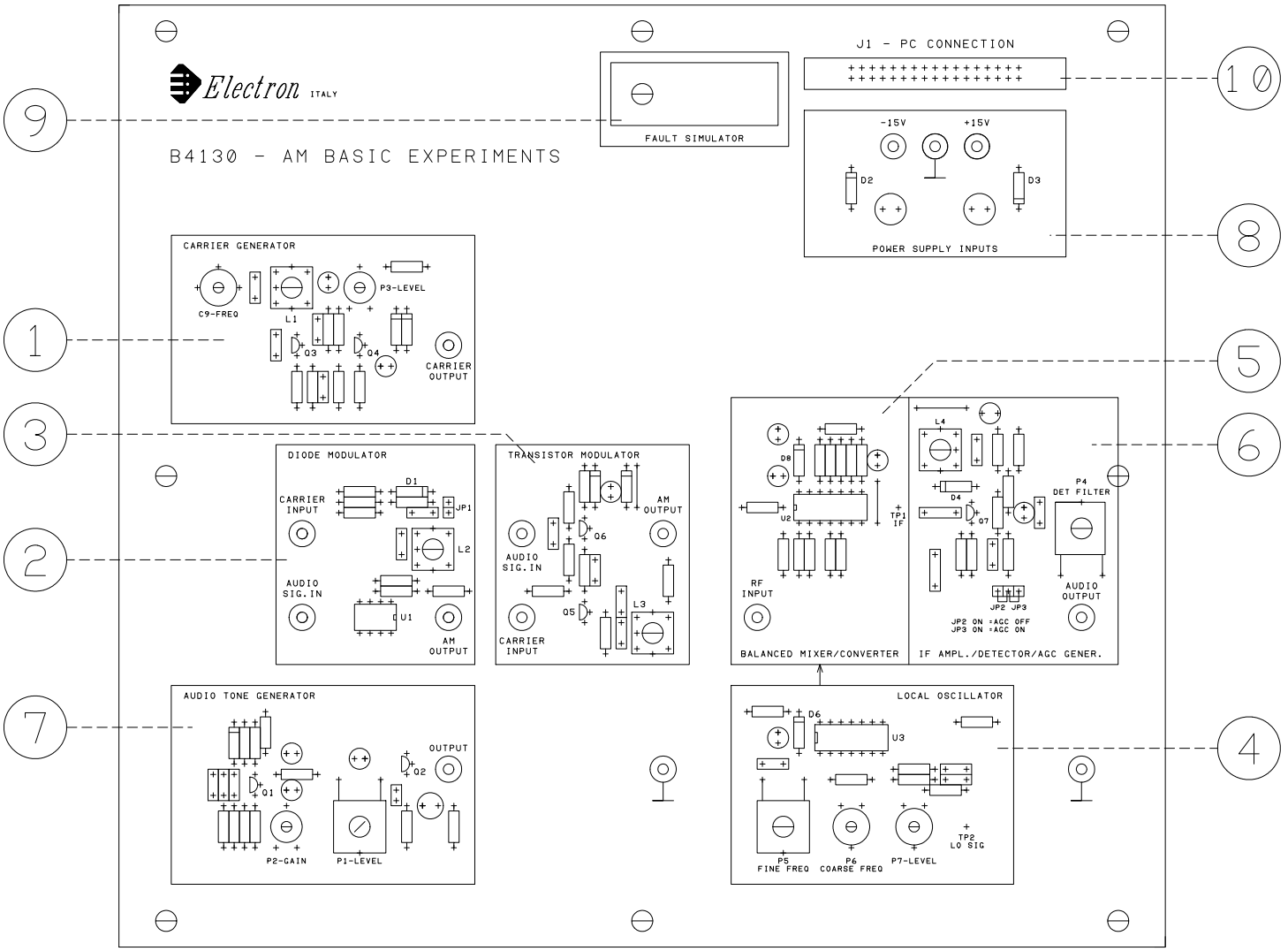


FIG.1 - FRONT VIEW OF THE TRAINER

4130B4F1

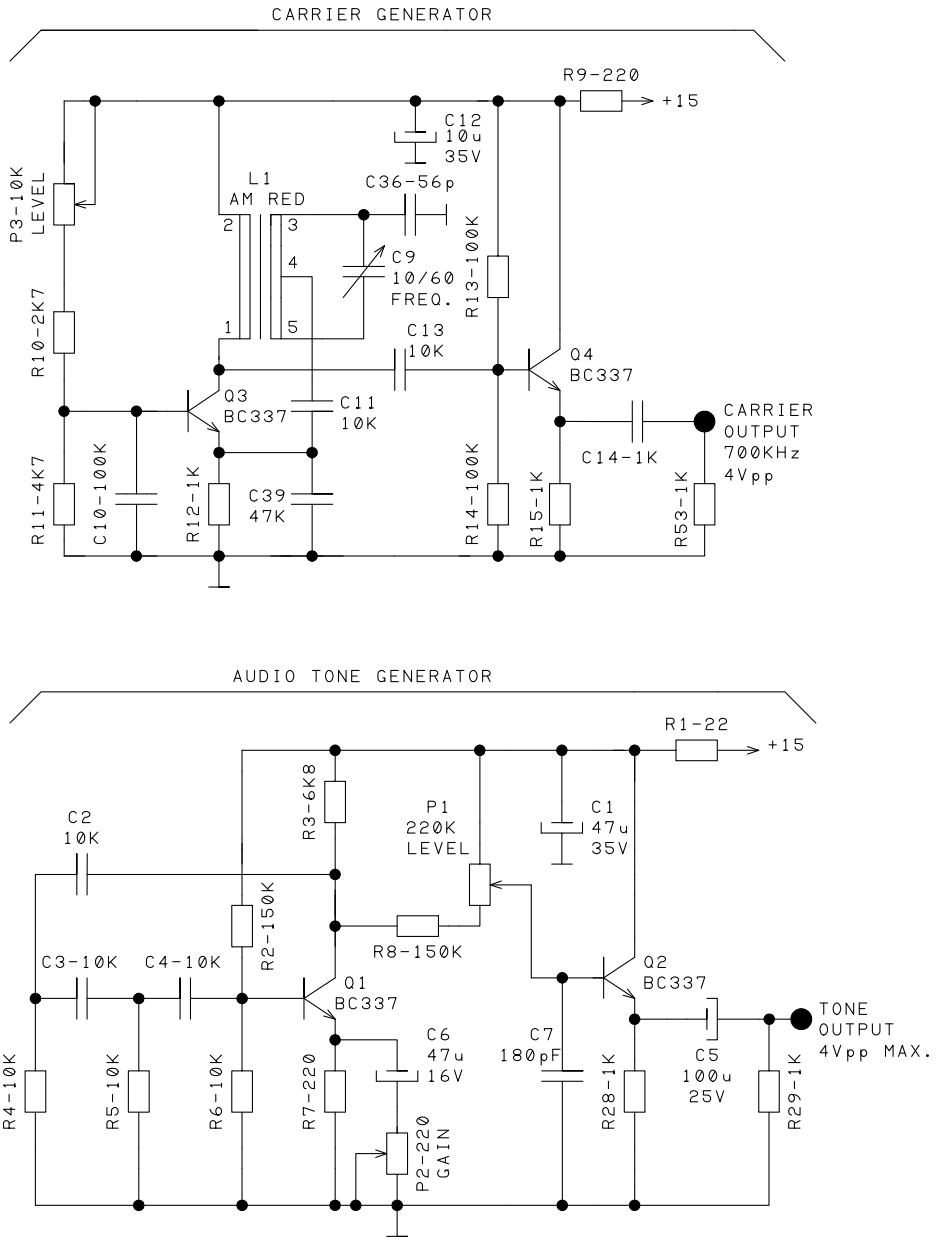


FIG.2 - SCHEMATIC DIAGRAM OF THE TRAINER

4130BF2

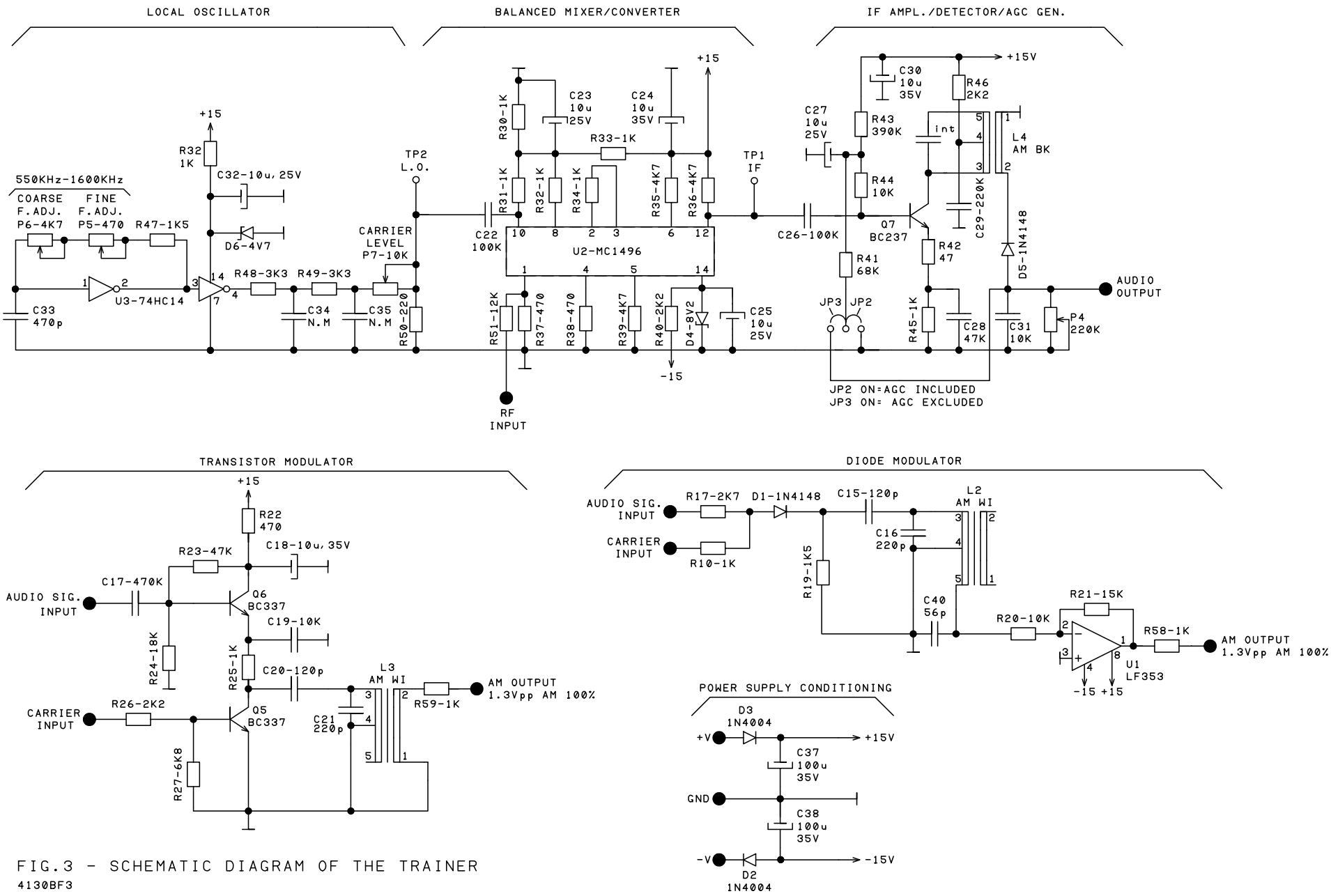


FIG.3 - SCHEMATIC DIAGRAM OF THE TRAINER

4130BF3

3 - EXERCICES

EXERCICE No.1

LE MODULATEUR A DIODES

Description:

Le modulateur à diodes de l'unité didactique est montré en Figure 4. Le signal modulant (dans ce cas un signal audio) est appliqué à une extrémité de R17, tandis que la porteuse est appliquée à la correspondante extrémité de R18. Le signal à la jonction de R17 et R18 est l'addition de la porteuse et du signal audio. Noter que la porteuse n'est pas modulée en amplitude à ce point, mais elle est simplement ajoutée au signal audio.
La diode D1 conduit à travers R19, pendant la variation positive du signal sur l'anode; quand le même signal a une variation négative, la D1 est coupée. Par conséquent le signal développé aux extrémités de R19 se compose de d'impulsions positives, comme montré.
Noter que les impulsions positives changent d'amplitude selon l'amplitude du signal audio.

Le signal de la diode D1 passe alors au circuit bouchon L2. Le but du circuit bouchon, qui est accordé à la fréquence de la porteuse, est clair: chaque fois D1 conduit, l'impulsion de courant circule à travers le réservoir. Cela provoque la résonance du réservoir et l'action de volant du réservoir produit un demi-cycle négatif pour chaque impulsion d'entrée positive.
Chaque demi-cycle négatif aura la même amplitude du demi-cycle positif. La sortie est un Onde MA, par conséquent ce simple circuit produit une modulation d'amplitude.

Le modulateur à diodes est un exemple de mélangeur non linéaire. C'est à dire, les signaux audio et porteuse sont mélangés sur la résistance non linéaire de D1. Le résultat de cette action de mixage sont les produits d'addition et de différence, pourtant les signaux sur D1 sont les fréquences originales et leur addition et différence. Si la porteuse est 700KHz et le signal audio est 2KHz, l'addition est 702KHz et la différence est 698KHz. Ces sont les fréquences de bande latérale. La porteuse de 700KHz et le signal audio de 2KHz sont aussi présents, ainsi qu'une multitude d'harmoniques, produites dans le mixage non linéaire sur D1. Puisque le circuit résonant est accordé à la fréquence porteuse, seulement la porteuse et les bandes latérales sortent. Par conséquent, la sortie du modulateur à diodes est un vrai signal modulé en amplitude.

Instruments nécessaires:

- Oscilloscope
- Fréquencemètre

Procédure:

- Utiliser l'arrangement illustré en Figure 5.

- Initialement régler P1 pour un signal modulant d'amplitude zéro, de façon que seulement la porteuse atteigne le modulateur.

- Augmenter le signal modulant au niveau de MA désiré. Pour voir une forme d'onde stable il peut être nécessaire d'utiliser le signal modulant (CH1 en Fig. 5), pour déclencher l'oscilloscope.

- S'assurer que le filtre de sortie du modulateur, L2, soit parfaitement accordé sur la fréquence porteuse (700KHz nominal). Retoucher le réglage de L2 pour l'amplitude maximum du signal de sortie si nécessaire.

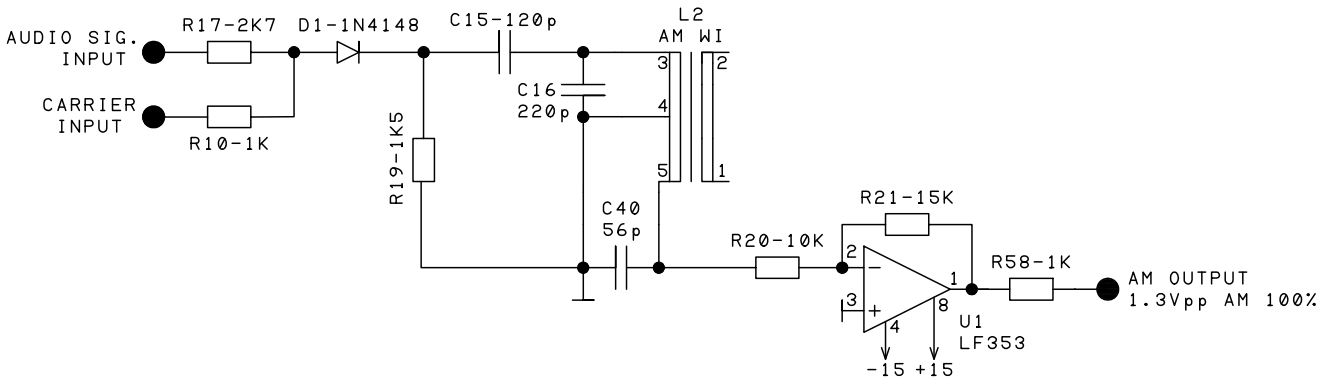


FIG.4 - THE DIODE MODULATOR
4130BF4

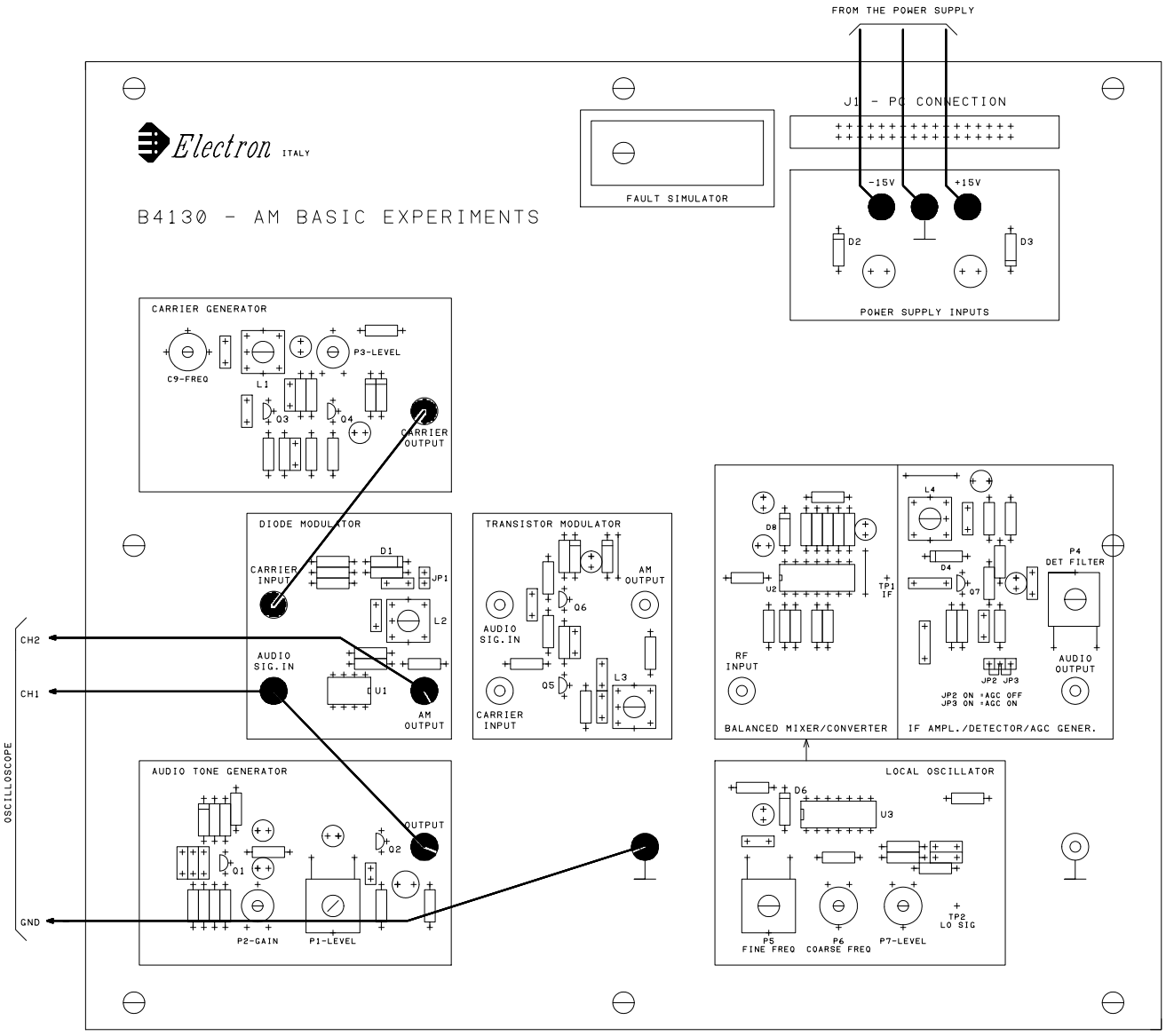


FIG.5 - SETUP FOR WORKSHEET No.1

4130BF5

PAGE VIDE

EXERCICE No. 2

POURCENTAGE DE MODULATION

Description:

Les formes d'onde de Figures 6 et 7 montrent un différent taux de modulation. Un taux de modulation est normalement exprimé en pourcentage de 0 à 100. Le taux de modulation est aussi appelé Facteur de Modulation et varie de 0 à 1.
Une porteuse non modulée (Fig. 8) a modulation 0%. La Figure 9 montre la même porteuse modulée 100%. Ici l'amplitude de la forme d'onde modulée est égale à 0 volts pour un instant pendant chaque cycle de l'onde modulante. Aussi l'amplitude augmente à une valeur qui est le double de l'amplitude de la porteuse non modulée pendant chaque cycle de l'onde modulante.
L'amplitude crête à crête moyenne de l'onde modulée est encore égale à l'amplitude de la porteuse. La Figure 10 montre une porteuse modulée 50%. L'amplitude crête à crête varie de 0.5 à 1.5 fois l'amplitude de la porteuse non modulée. Toutefois l'amplitude moyenne est encore la même de la porteuse original.
L'équation pour déterminer le pourcentage de modulation est:

$$\% \text{ Mod} = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}} \times 100$$

où E_{max}, E_{min} sont amplitudes crête à crête.

It est d'habitude souhaitable de maintenir haut le pourcentage de modulation. Pour une donnée puissance d'émetteur un haut pourcentage de modulation produira un signal audio plus fort au récepteur. Un indice de modulation trop haut peut toutefois produire la situation illustrée en Figure 11, qu'on appelle surmodulation.
La surmodulation se produit quand l'amplitude du signal modulant est trop haute comparée à l'amplitude de la porteuse non modulée.

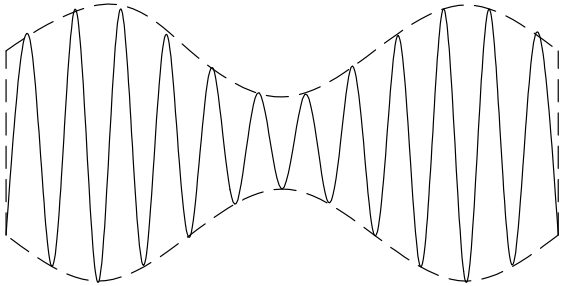


FIG.6 - AMPLITUDE-MODULATED WAVE

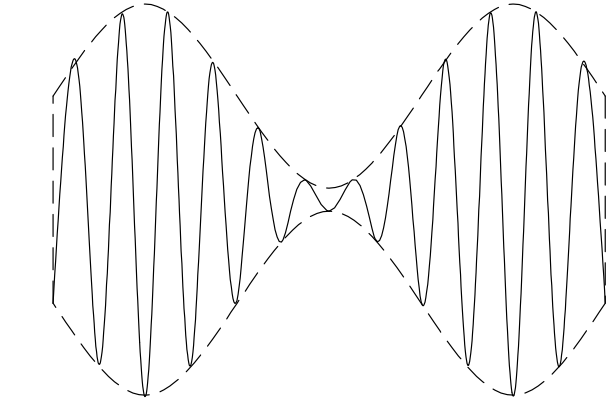


FIG.7 - AMPLITUDE-MODULATED WAVE

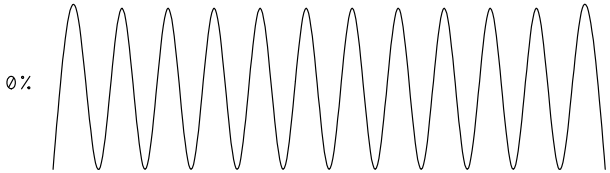


FIG.8 - UNMODULATED CARRIER

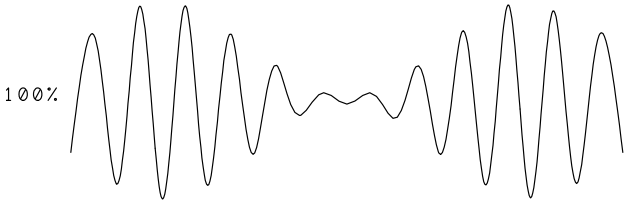


FIG.9 - 100% AMPLITUDE-MODULATED WAVE

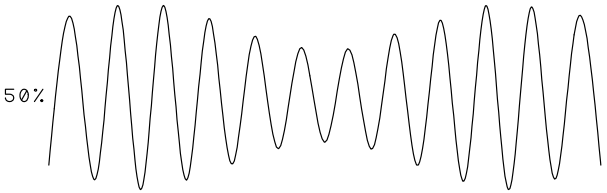


FIG.10 - 50% AMPLITUDE-MODULATED WAVE

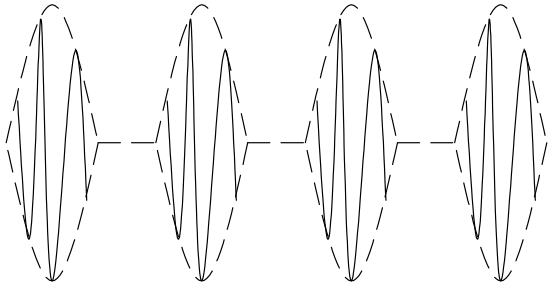


FIG.11 - OVER-MODULATED AM WAVE

4130BF6

Instruments nécessaires:

- Oscilloscope double trace

Procédure:

– Utiliser l'arrangement illustré en Figure 12.
Ici on utilise le modulateur à diodes, mais la même expérience et les mêmes observations pourraient être répétées en utilisant le modulateur à transistors présent sur le même module.

– Faire fonctionner le circuit comme déjà fait pour le précédent exercice et observer à quelle valeur du signal modulant se produit une forme d'onde de sortie linéaire.

– Selon le réglage de votre module, il est possible que l'amplitude maximum du générateur de fréquence audio soit insuffisante pour piloter le modulateur à l'étude au 100% de modulation. En ce cas réglez encore le générateur audio auxiliaire pour produire une sortie maximum plus haute (une amplitude de 4Vcc devrait en général suffire pour montrer la surmodulation).

– Mettre le niveau du signal modulant à, par exemple, 2.5V crête à crête. Mesurer et enregistrer l'amplitude maximum et minimum de l'onde modulée au moyen de l'oscilloscope et calculer l'indice de modulation relatif à cette particulière condition. Changer l'amplitude du signal modulant et répéter le calcul de l'indice de modulation en cette nouvelle situation.

– Pour évaluer la linéarité du modulateur et observer précisément le phénomène de la surmodulation, connecter les instruments au module comme montré en Fig.13, de façon à observer la soi-disant figure de Lissajous pour le signal généré par le modulateur.
L'arrangement se fait en mettant l'oscilloscope en mode X-Y et en connectant le signal modulant à l'entrée horizontale de l'oscilloscope et le signal modulé à l'entrée verticale de l'oscilloscope. L'image apparaissant sera un trapèze, comme illustré en Fig. 14.

– Changer l'amplitude du signal modulant et observer comme le trapèze tend à devenir un triangle quand l'indice de modulation augmente. En même temps une distorsion croissante paraît sur les côtés du trapèze. C'est le point où la perte de linéarité du modulateur commence à se produire à cause de la surmodulation.

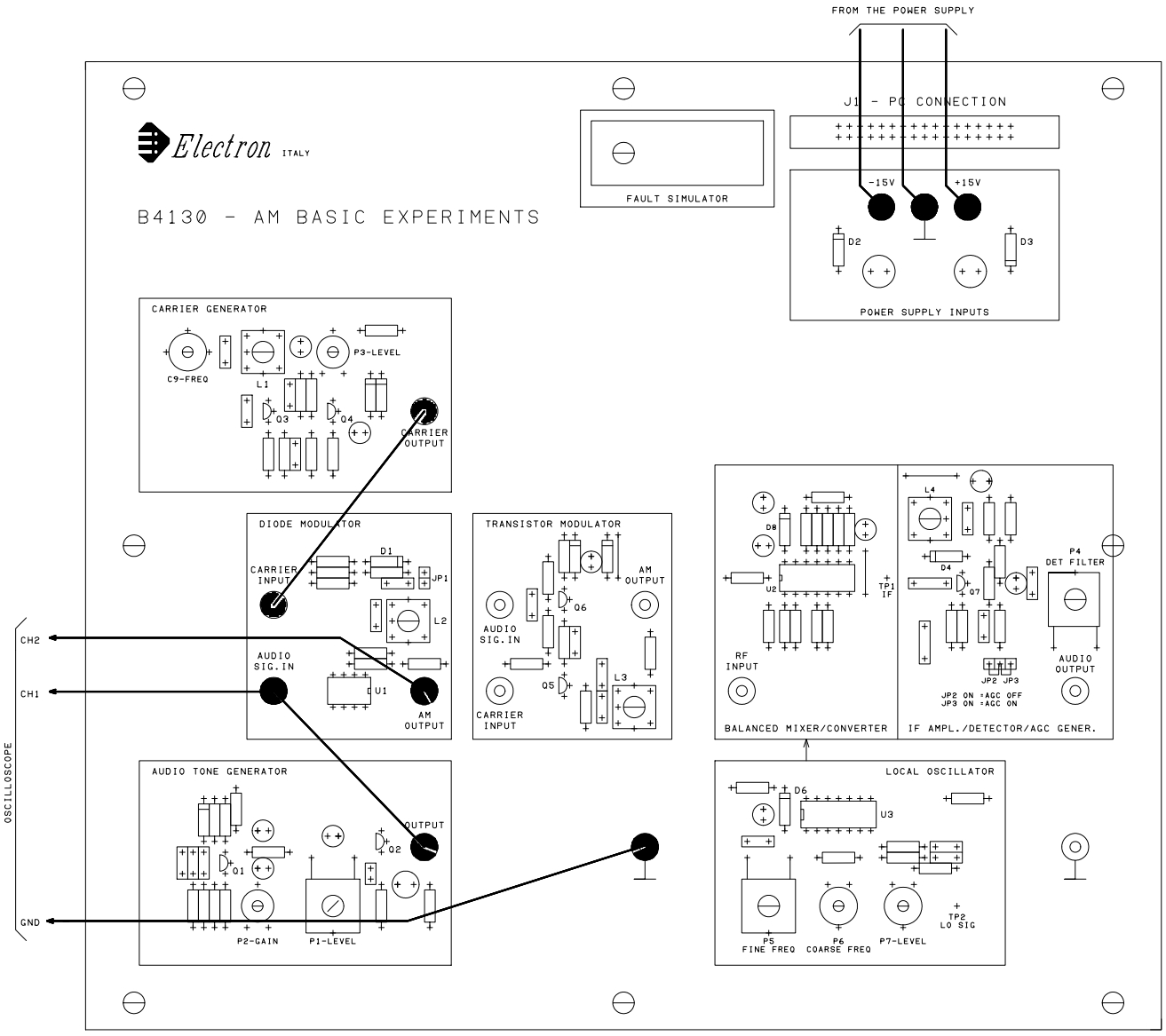


FIG. 12 - SETUP FOR WORKSHEET No. 2

4130BF12

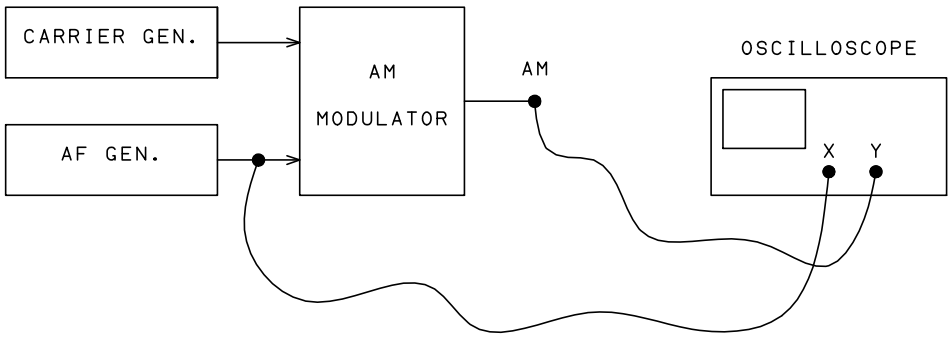


FIG.13 - SETUP TO STUDY THE MODULATOR LINEARITY

4130BF13

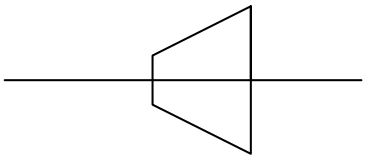


FIG.14A - LISSAJOU'S FIGURE FOR LINEAR AM

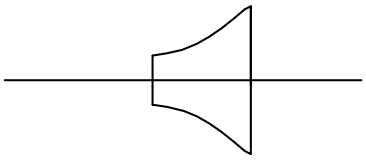


FIG.14B - LACK OF LINEARITY IN THE AM MODULATOR

4130BF14 (EXAMPLE)

PAGE VIDE

EXERCICE No. 3

BANDES LATERALES

Description:

N'importe quelle forme d'onde, même complexe, peut être décomposée en ses composants sinusoïdaux. Le même est vrai pour une forme d'onde modulé en amplitude comme celle montrée en Fig. 15. Cette onde est par exemple une porteuse de 700KHz modulée par une sinusoïde de 2KHz. On a vu une forme d'onde de ce type à la sortie du modulateur à diodes déjà étudié dans l'Exercice No.1.
Si nous eussions un filtre passe bande accordable ou un analyseur de spectre nous pourrions afficher le spectre et déterminer quelles fréquences sont contenues dans le signal modulé. En faisant cela, on trouverait un signal de 698KHz et un autre de 702KHz, en plus de la porteuse de 700KHz (ces valeurs numériques se réfèrent à l'exemple considéré). Ces deux signaux s'appellent bandes latérales, respectivement bande latérale Inférieure et Supérieure.
On peut extraire les bandes latérales à partir de la forme d'onde modulée en utilisant un filtre accordé sélectivement.

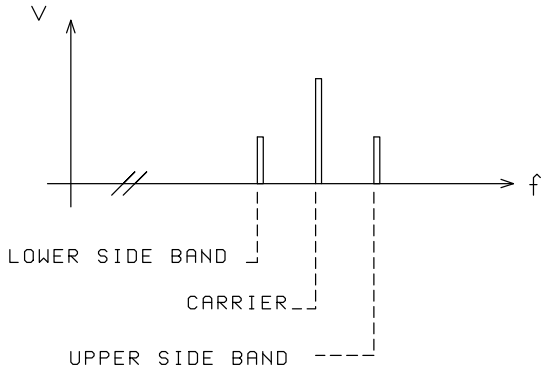


FIG.15A - FREQUENCY SPECTRUM OF AM WAVE

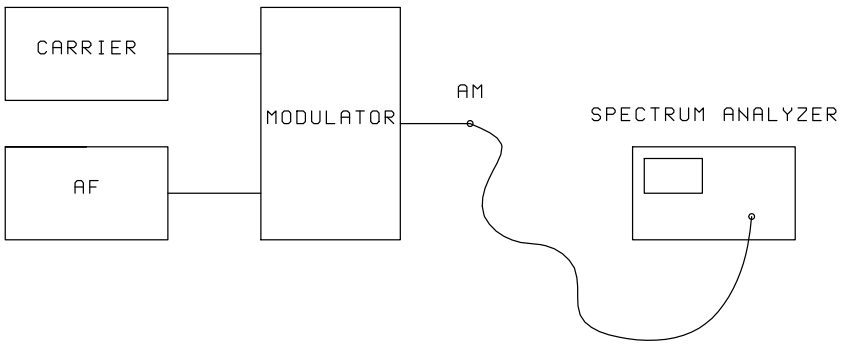


FIG.15B - STUDY OF FREQUENCY SPECTRUM OF AM WAVE
4130BF15

Instruments nécessaires:

- Oscilloscope
- Fréquencemètre
- Analyseur de spectre ou analyseur d'onde.

Procédure:

– Cette expérience peut être considérée comme optionnelle, puisque elle demande des instruments de mesure complexes et coûteux, comme l'analyseur de spectre, qui n'est pas toujours disponible dans le laboratoire d'une école.

– Régler le niveau du générateur de signal modulant (P1) à demi-course. Mesurer et enregistrer l'amplitude de ce signal modulant et sa fréquence aussi.

– Mesurer et enregistrer la fréquence du générateur de porteuse.

– Afficheur le spectre de l'onde modulée au moyen de l'analyseur de spectre. Enregistrer les fréquences et les amplitudes des trois fréquences composantes affichées.

– Vérifier la relation de fréquence entre le signal modulant, la porteuse et les composants du signal modulé au moyen d'un simple calcul.

– Régler l'amplitude du signal modulant de 0 au maximum et observer la variation conséquente du spectre qui apparait sur l'analyseur d'onde. Observer que les amplitudes des fréquences latérales changent en fonction de l'amplitude du signal modulant. Cela est cohérent avec le fait que le contenu d'information de l'onde modulée MA est lié aux bandes latérales et non à la porteuse.

– Régler encore l'amplitude du signal modulant à une valeur permettant la valeur maximum d'indice de modulation sans encourir la surmodulation ou une forte perte de linéarité. Pour faire cela, procéder comme déjà appris dans les précédents Exercices. Afficher encore le spectre de l'onde modulée en MA à l'aide de l'analyseur d'onde.

– Enregistrer les amplitudes des trois composants du spectre.
Vérifier les suivantes propriétés des Ondes MA:

- Les amplitudes des bandes latérales sont égales (si le circuit est parfaitement accordé)
- Avec indice de modulation de 100%, les amplitudes des bandes latérales sont la moitié de l'amplitude de la porteuse. C'est l'amplitude maximum que les bandes latérales peuvent avoir sans surmodulation.

EXERCICE No. 4

LE MODULATEUR A TRANSISTORS

Description:

Il y a beaucoup de formes de modulateurs à transistors, très différentes entre elles en leur réalisation. Un exemple très simple, apte à l'étude, est celui qui est compris dans l'unité didactique B4130, représenté en Figure 16. Il se compose de un amplificateur à transistors, polarisé à zéro tension base-émetteur, de façon qu'il normalement ne conduise pas. La tension d'alimentation de ce circuit est contrôlée par un autre transistor, à la base duquel on applique le signal modulant. La tension émetteur-masse de ce transistor suit le comportement du signal modulant et par conséquent la tension d'alimentation du transistor inférieur change aussi et suit le signal modulant.
Quand un signal de porteuse de suffisante amplitude est appliqué au circuit de base de Q5 il conduit pour les crêtes positives de la porteuse, de façon que le signal collecteur-masse paraisse comme montré en Figure 17. It est clair que quand le signal modulant est appliqué aussi au transistor supérieur, la forme d'onde résultante est le résultat de l'action combinée de la commutation de Q5 de la masse à la tension d'émetteur de Q6, qui change à la cadence du signal modulant.
Comme pour le modulateur à diode précédemment étudié, cet exemple de modulateur à transistors est aussi complet de filtre de sortie, qui supprime les termes de modulation non désirés de la forme d'onde de collecteur.

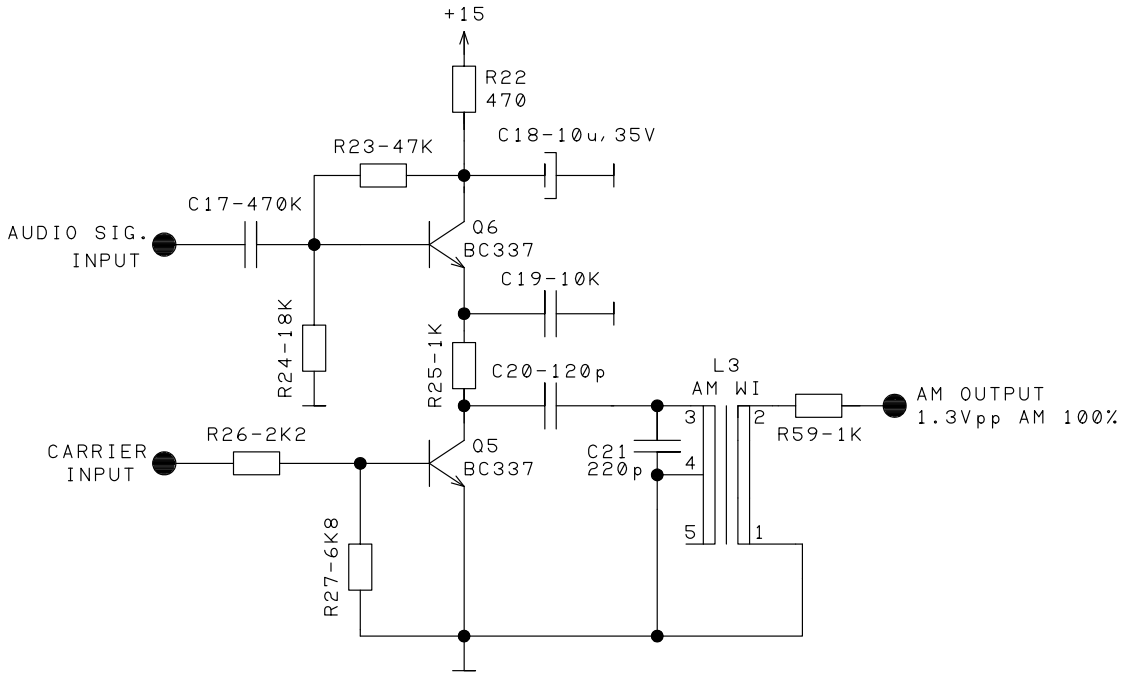


FIG.16 - THE TRANSISTOR MODULATOR
4130BF16

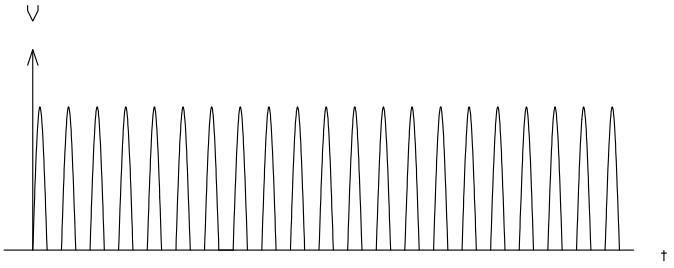


FIG.17A - UNMODULATED CARRIER WAVESHAPE
(AT THE COLLECTOR OF Q5)

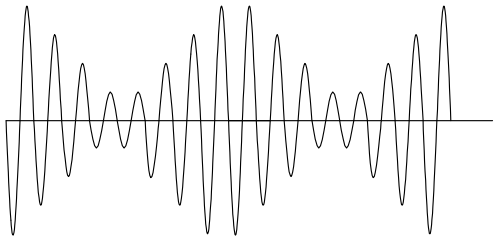


FIG.17B - WAVESHAPE AT THE FILTER OUTPUT

Instruments nécessaires:

- Oscilloscope
- Fréquencemètre

Procédure:

– Utiliser pour cette expérience l'arrangement montré en Figure 18.

– Noter que pour le fonctionnement approprié du circuit, l'amplitude de la porteuse appliquée à la base de Q5 doit être comprise entre certaines valeurs maximum et minimum (3 à 5Vcc), suffisantes pour piloter le transistor sans tomber dans l'excès.

– En tout cas, accorder soigneusement le filtre de sortie du modulateur à la fréquence porteuse pour obtenir la meilleure forme d'onde pour l'onde modulée comme affiché sur l'oscilloscope. Cela se fait en réglant le noyau de L3.

– Répéter pour ce circuit les mêmes expériences et observations déjà décrites pour le plus simple modulateur à diode.

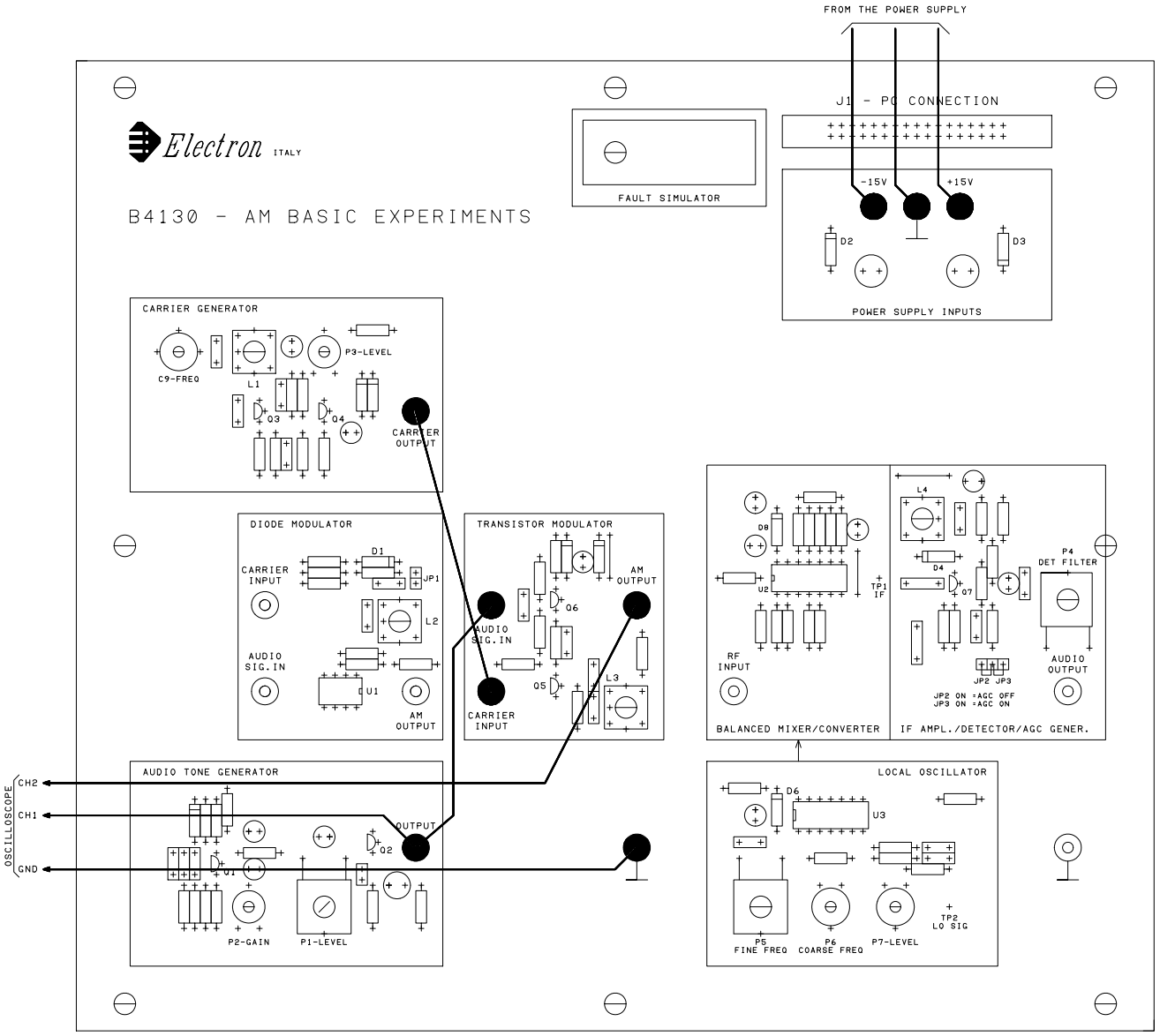


FIG.18 - SETUP FOR WORKSHEET No.4

4130BF18

PAGE VIDE

EXERCICE No. 5

LE MELANGEUR/CONVERTISSEUR DE FREQUENCE

Description:

Un Mélangeur MA est un dispositif où une onde modulée MA est mélangé non linéairement avec un autre signal afin d'obtenir une conversion de fréquence. Le procédé de mixage est souvent appelé hétérodynage des signaux. Un mélangeur peut être conçu pour convertir l'Onde MA à fréquences plus hautes (up conversion) ou fréquences inférieures (down conversion) ou même pour démoduler une Onde MA ou pour la moduler. Il n'y a en effet pas de différences en principe entre le mixage non linéaire exécuté pour moduler, démoduler et convertir en fréquence des Ondes MA.
Le mélangeur de cette unité didactique est montré en Figure 19A. Le but de cette expérience est d'investiguer ses propriétés et de se familiariser avec ses caractéristiques.

Le noyau de ce circuit est un CI capable de travailler comme un Modulateur Equilibré ou Mélangeur Equilibré. Sa fiche technique détaillée est annexe à ce manuel.
Fondamentalement ce CI se compose d'une combinaison de 4 commutateurs à transistors organisés en paires. Un paire est pilotée en phase complémentaire par la porteuse de conversion et l'autre paire, en complémentaire phase aussi, par la RF qui doit être convertie.
Grâce à la structure symétrique, la porteuse de conversion est annulée dans la sortie convertie. Pour cette raison ce convertisseur est dit Equilibré.
Naturellement on peut jamais obtenir un parfait équilibre, de sorte que le spectre du signal converti contient encore une petite quantité de porteuse de conversion et de produits de conversion vectoriels.
La Figure 19B montre le spectre idéal du signal à la sortie du convertisseur.

La FI de l'unité didactique est de 470KHz nominal (460-475 selon le réglage de L4). De la Figure 19B il est évident que afin que la Bande latérale Inférieure après la conversion passe à travers les étages FI, l'Oscillateur local doit être réglé pour 700+470=1170KHz. Si l'on veut que la Bande latérale Supérieure passe à travers les étages FI, l'Oscillateur local devrait être réglé à 700-470=230KHz. Cette valeur est toutefois inférieure de la gamme nominale de l'Oscillateur local (550-1600KHz environ).

Dans le premier cas (Oscillateur local à 1170KHz) le convertisseur fonctionne comme convertisseur ABAISSEUR. Dans l'autre cas (Oscillateur local à 230KHz) on aura un convertisseur ELEVATEUR.

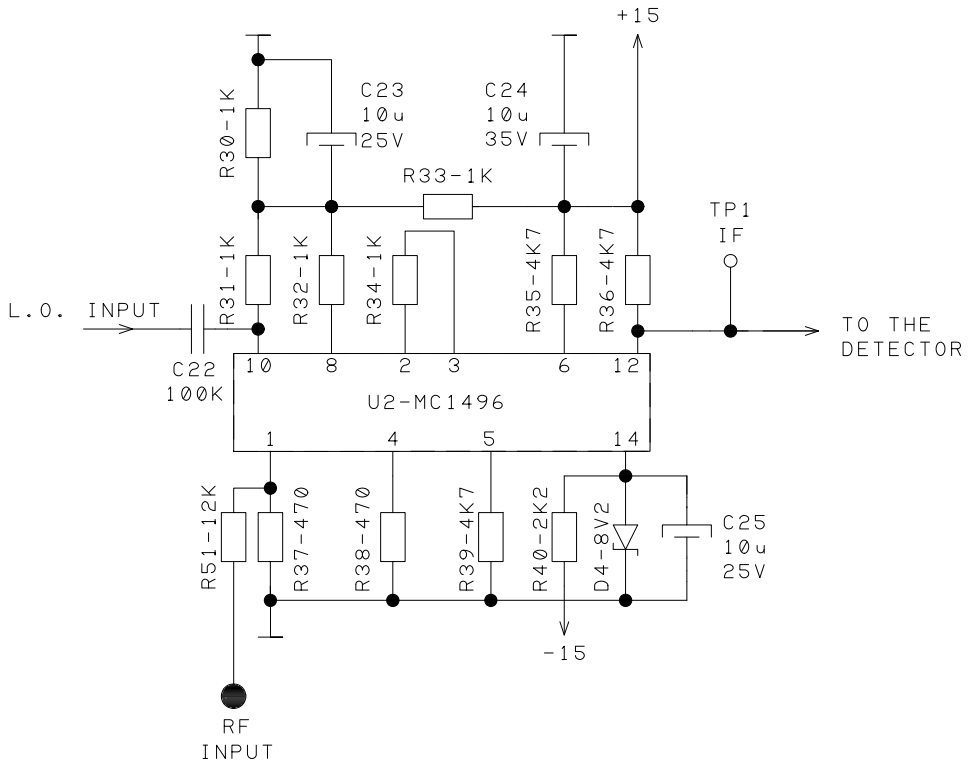


FIG.19A - THE BALANCED MIXER/CONVERTER

4130BF19

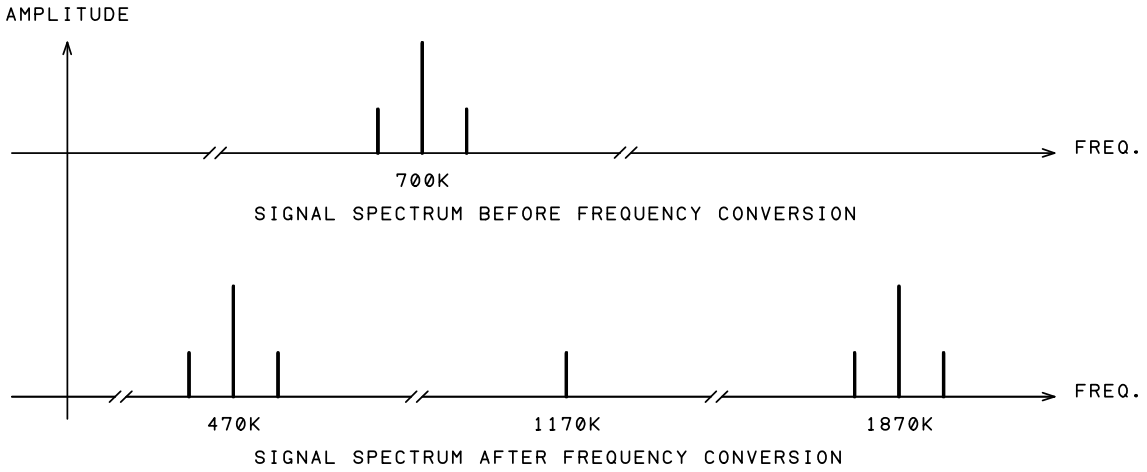


FIG.19B - FREQUENCY CONVERSION

4130F19B

Instruments nécessaires:

- Oscilloscope
- Fréquencemètre
- Générateur de signaux HF (gamme minimum 200KHz-2MHz)

Procédure:

L'étude du convertisseur devrait être faite comme suit:

- Utiliser l'arrangement montré en Fig. 20: l'Oscillateur local devrait être réglé à 1170KHz comme montré en Fig. 19B.

- Un générateur HF variable, réglé pour une sortie non modulée d'amplitude 0.5 à 1.5Vcc environ, devrait être balayé en pas de 200KHz à 2Mhz environ.
  Puisque la fréquence intermédiaire nominale de l'unité didactique est 470KHz, nous nous attendons des crêtes du signal de sortie aux fréquences du générateur de:

  1170-470 = 700KHz
  1170+470 = 1640KHz

  Nous nous attendons aussi autres crêtes correspondantes aux soi-disant produits de conversion parasites. Une crête parasite principale sera pour signal de porteuse d'entrée de 470KHz, c'est à dire porteuse résiduelle de conversion qui égale la fréquence de l'étage FI.

- Connecter l'oscilloscope à la sortie AF de l'étage détecteur FI. Nous n'avons pas encore étudié la fonction de P4 (filtre détecteur), pourtant tourner simplement la poignée de P4 complètement en sens horaire.
  Le cavalier ON/OFF du CAG devrait être préférablement sur JP3 (CAG ON) pour assurer une opération plus stable.

- En réglant la fréquence du générateur, on remarque l'apparition d'une crête dans le spectre converti par une fluctuation négative du niveau c.c. sur l'oscilloscope.

- Mesurer et enregistrer la fréquence à laquelle les crêtes se produisent. L'amplitude des crêtes devrait être enregistré aussi, bien que l'action du CAG ait l'effet que l'amplitude des crêtes est plus ou moins la même.

- Faire un dessin et marquer sur une échelle horizontale logarithmique la fréquence de crêtes, avec une indication de l'amplitude de la crête, après s'exercer en identifiant les signaux "principaux" et les signaux parasites.
  Quand on analyse les résultats n'oublier pas que la FI peut être n'importe quelle valeur de 460 à 475KHz, selon le réglage de votre unité didactique. En tenir compte dans vos calculs.

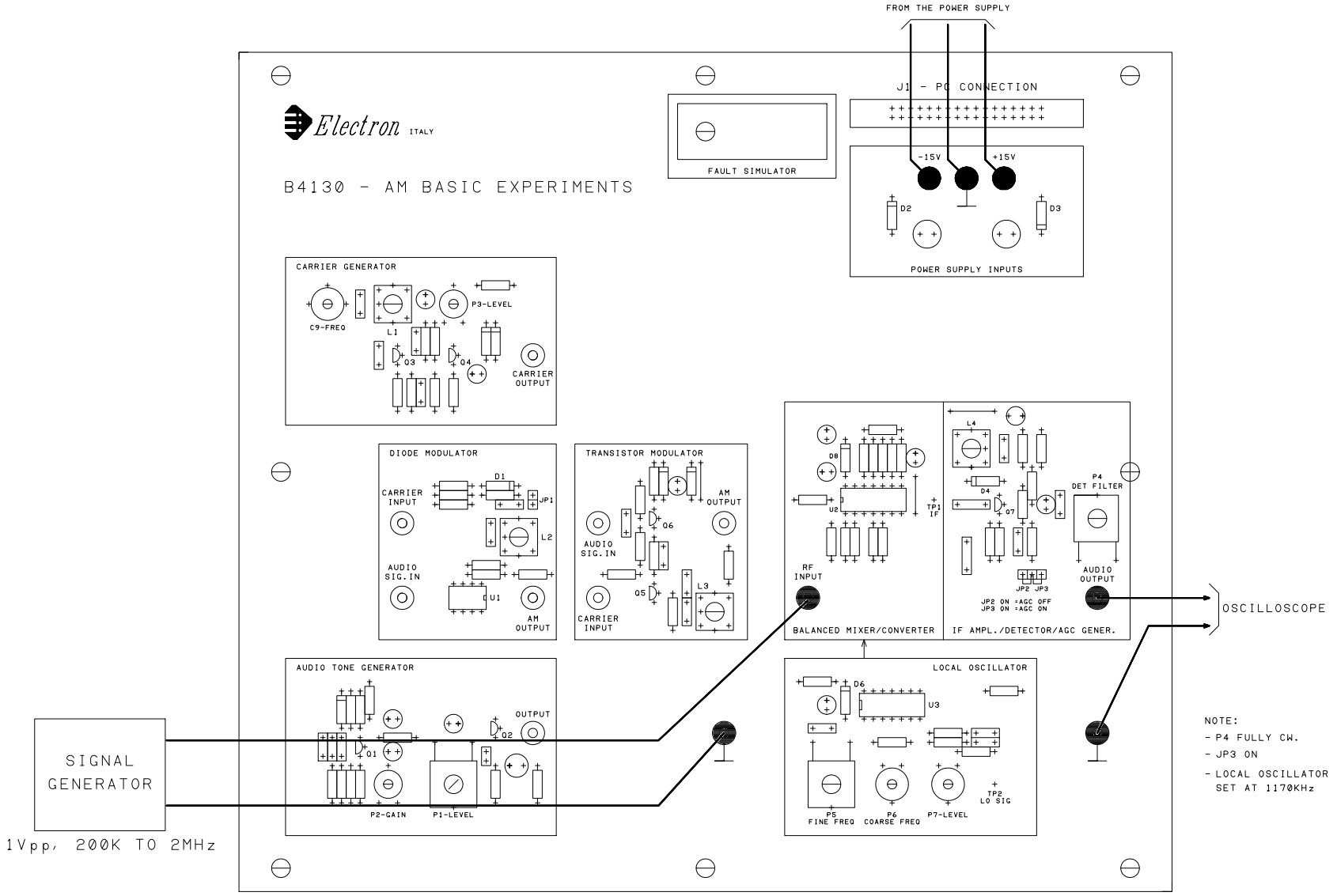


FIG.20 - SETUP FOR WORKSHEET No.5

4130BF20

EXERCICE No. 6

L'AMPLIFICATEUR FI

Description:

En n'importe quel système de communication MA l'étage suivant le mélangeur est l'amplificateur FI. L'exemple d'amplificateur FI qui se trouve dans cette unité didactique est montré en Figure 21. It se compose d'un seul amplificateur, avec la possibilité de contrôle automatique du gain et un détecteur d'enveloppe de sortie, qui sera le sujet des prochaines expériences.

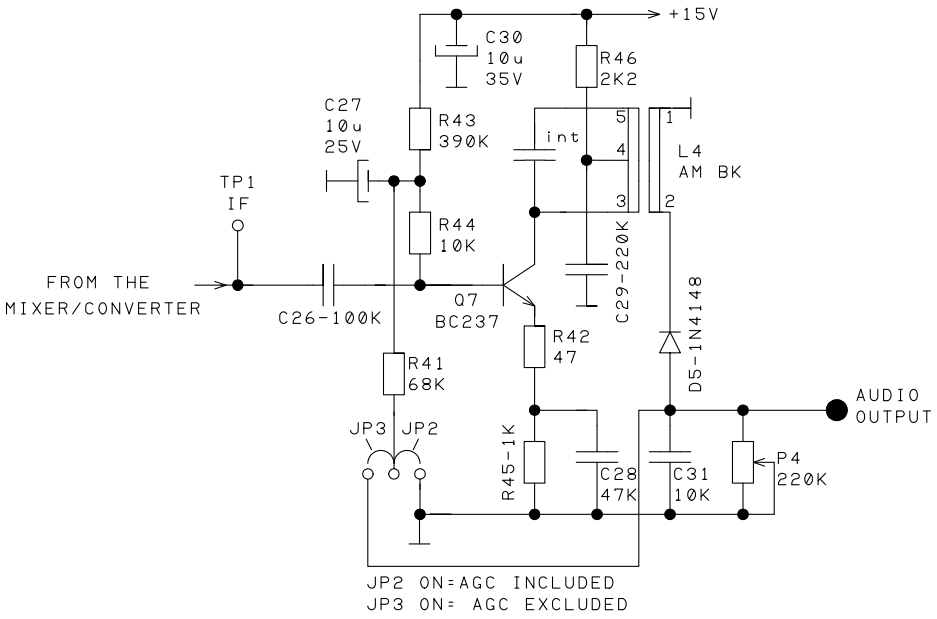


FIG.21 - IF AMPLIFIER/DETECTOR/AGC GENERATOR
4130BF21

Instruments nécessaires:

- Générateur de signaux HF
- Oscilloscope
- Fréquencemètre

Procédure:

Le conseil à suivre pour étudier ce circuit est le suivant (Fig. 22):

– L'entrée de l'amplificateur FI est connecté à la sortie du convertisseur par un chemin PCB, avec TP1 (FI) au milieu. Ce TP peut être utilisé pour appliquer le signal d'un générateur externe à l'entrée FI. L'impédance de sortie relativement haute du convertisseur de fréquence permet cela.

– Connecter l'entrée de l'amplificateur à un générateur RF externe qui délivre une porteuse non modulée de 455 à 480KHz environ, amplitude 100mVcc.

– Connecter un oscilloscope à la sortie Audio du bloc détecteur FI.

– S'assurer que le trimmer P4 est en position complètement horaire. Ce trimmer sera utilisé plus tard pour étudier le démodulateur. Maintenant nous nous préoccupons seulement que P4 ne charge pas la sortie excessivement.
Vérifier que le Contrôle automatique du gain (CAG) soit sur (JP3 ON).

– Puisque nous utilisons une porteuse non modulée comme entrée de l'étage détecteur FI, la sortie Audio affichée sur l'oscilloscope est une simple tension continue dont le niveau (négatif) représente l'amplitude de l'onde détectée.
Régler la fréquence du générateur RF externe dans la gamme de 455 à 480KHz pour trouver le maximum du signal qui passe à travers l'amplificateur. Laisser la fréquence dans cette position.

Contrôle automatique du gain

Le signal c.c. affiché (sortie démodulée) est utilisé aussi pour réaliser le Contrôle automatique du gain de l'amplificateur.
Voir Fig. 21 où R41 réalise la contreréaction du niveau c.c. à la base de Q7, à travers R44.
Plus fort est le signal à la sortie, moins la base de Q7 est tirée vers le bas et le gain de cet étage de l'amplificateur devient inférieur.
Vérifier cela en réglant l'amplitude du générateur de porteuse dans les deux directions, en contrôlant le niveau c.c. à la prise de Sortie Audio. Noter que pour une haute amplitude d'entrée une saturation paraît dans le niveau c.c. négatif.

Gain

Le gain est défini comme le rapport entre la tension de sortie et la tension à l'entrée, exprimé en dB.
Le gain peut être mesuré en bloquant la tension du Contrôle automatique du gain à une valeur donnée. La chiffre obtenue représente dans ce cas le gain FI en "boucle ouverte".
Dans l'unité didactique B4130 le CAG peut être exclu en déplaçant un cavalier de JP3 (CAG ON) à JP2 (CAG OFF). Cela fait travailler l'amplificateur FI à son gain nominal.

– Mettre JP2 ON.
Appliquer un porteuse non modulée à l'entrée de l'amplificateur FI (TP1, FI), comme déjà vu.

– Afficheur le Signal Audio de sortie, qui paraît comme une tension négative c.c.

– Régler la fréquence de l'entrée RF pour un niveau de sortie de crête de –2Vcc environ, ou en tout cas assez bas pour être sure que l'amplificateur FI ne sature pas et assez grand pour être sans bruit et facilement mesurable.

– Mesurer et enregistrer: fréquence RF au gain maximim, amplitude RF d'entrée en Vcc, niveau de sortie c.c.
Calculer le gain comme rapport entre la tension de sortie et la tension d'entrée.

Bande passante

Cette mesure se réalise soit en explorant la gamme de fréquence autour de la fréquence centrale de l'amplificateur à l'aide d'un générateur de fréquence variable, ou au moyen d'un générateur sweep marker, opportunément connecté au circuit.
Déterminer la bande passante de l'amplificateur par différence entre les fréquences de coupures supérieure et inférieure. On peut le faire facilement avec méthodes graphiques, ayant tracé les résultats des mesures.

Mesurer, enregistrer et tracer les valeurs du niveau du signal de sortie à la fréquence centrale pour différentes amplitudes du signal d'entrée, afin d'examiner le fonctionnement de l'étage FI avec le contrôle automatique du gain. Observer comme le gain se réduit (et mesurer combien) pour différentes valeurs des signaux d'entrée.

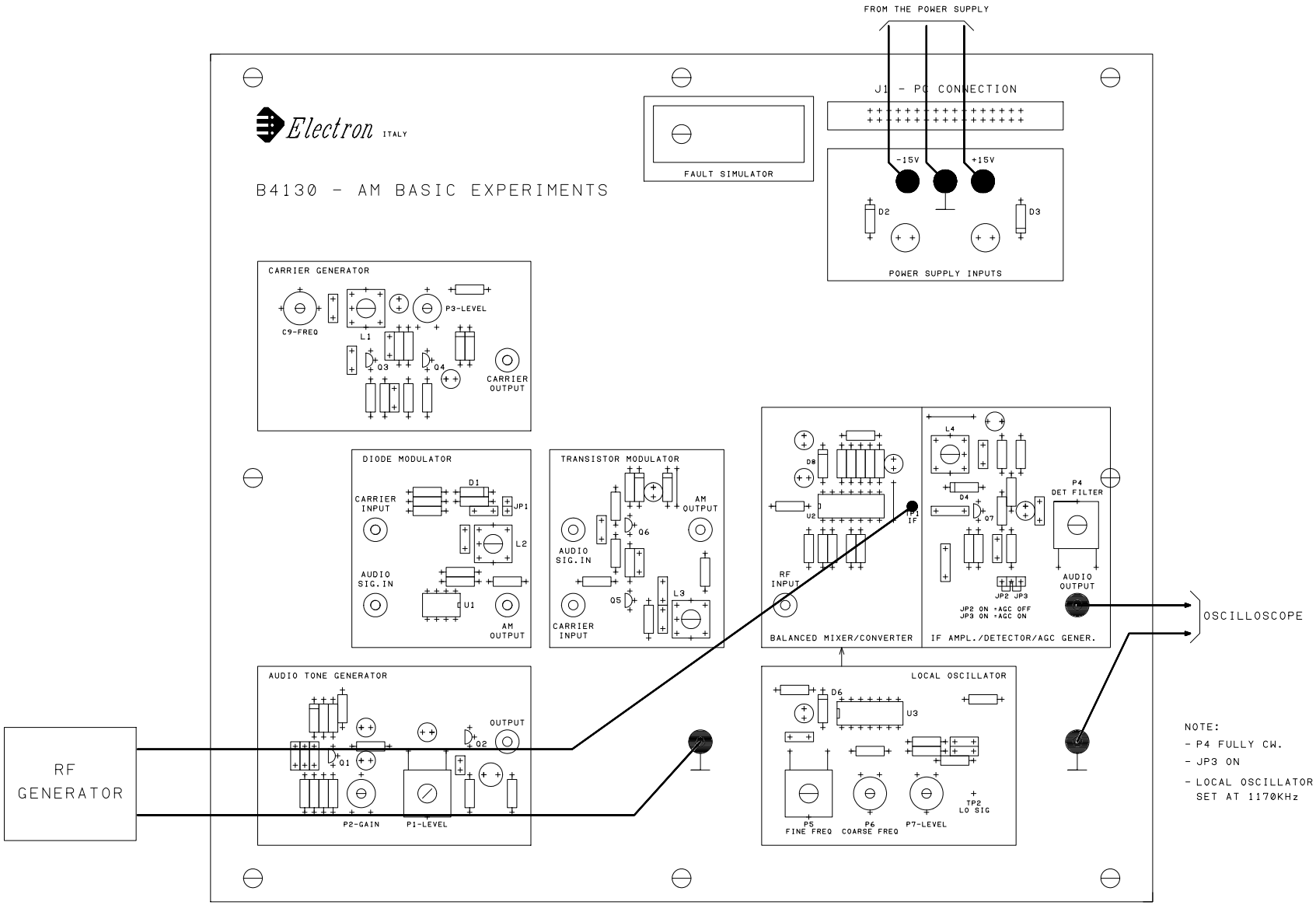


FIG.22 - SETUP FOR WORKSHEET No.6

4130BF22

EXERCICE No. 7

LE DETECTEUR D'ENVELOPPE

Description:

Le détecteur d'enveloppe de l'unité didactique se trouve à la sortie de l'étage FI montré en Figure 21. Pour une référence plus facile la reproduction partielle du circuit est montrée en Figure 23. Le circuit se compose d'une diode chargée par un condensateur et une résistance. La constant RC du détecteur d'enveloppe est essentielle pour une bonne reconstruction du signal Audio, et afin de faciliter l'étude de cet aspect, l'unité didactique utilise un trimmer résistif (P4) comme résistance de charge.

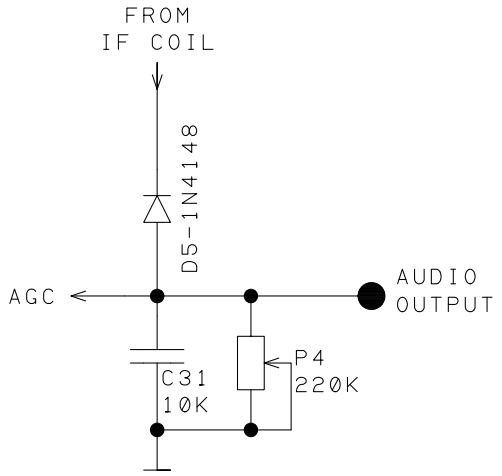


FIG.23 - THE AM ENVELOPE DETECTOR
4130BF23

Instruments nécessaires:

- Oscilloscope double trace
- Fréquencemètre
- Générateur de signaux

Procédure:

La première partie de l'expérience consiste à organiser une complète chaîne MA avec les blocs que nous avons étudié séparément jusqu'ici.
L'arrangement est montré en Figure 24 en blocs et en Figure 25 comme câblage pratique.

Quand le système est assemblé procéder comme suit:

– Mettre la sonde de l'oscilloscope à la sortie du modulateur à diodes pour afficher l'Onde MA générée. Régler le générateur Audio pour une Modulation 70% environ. L'amplitude de la MA résultante devrait être à peu près 1.5 à

2Vcc. Régler le noyau de L2 pour l'amplitude maximum et la meilleure linéarité si nécessaire. La fréquence porteuse est 700KHz nominal. Mesurer et enregistrer cette valeur.

– Déplacer la sonde de l'oscilloscope à la Sortie Audio du détecteur. S'assurer que JP3 est ON (CAG ON).
Régler l'Oscillateur local pour une fréquence grossière de 1170KHz par le trimmer P6, alors accorder la section de réception à la RF entrante en utilisant P5.
Si la crête de la sortie ne peut être atteinte par P5 régler encore P6 à volonté.

La seconde partie de l'expérience concerne l'étude du détecteur.

– Etude de la démodulation et du procédé de reconstruction de la fréquence vocale dans le détecteur d'enveloppe pour différents réglages de P4.
Noter que P4 a une valeur nominale de 220KΩ et est linéaire: une position mi-course de P4 correspond à peu près à une charge de 100KΩ, un ¼ de course correspond à 50KΩ et ainsi de suite.
Noter aussi comme l'indice de modulation a une incidence sur la qualité de l'onde reconstruite: la distorsion survient pour indices de modulation plus hauts.
C'est une détérioration typique du simple détecteur à diode due à la chute de tension pour conduction directe (typiquement 0.6V) de la diode, qui ne permet pas la détection de "vallonnements" du signal inférieurs à ce seuil.
En pratique le détecteur à diode est utilisé en récepteurs de Diffusion Audio où l'indice de modulation moyen de la MA est tenu très bas, pour tenir compte des crêtes de la voix.

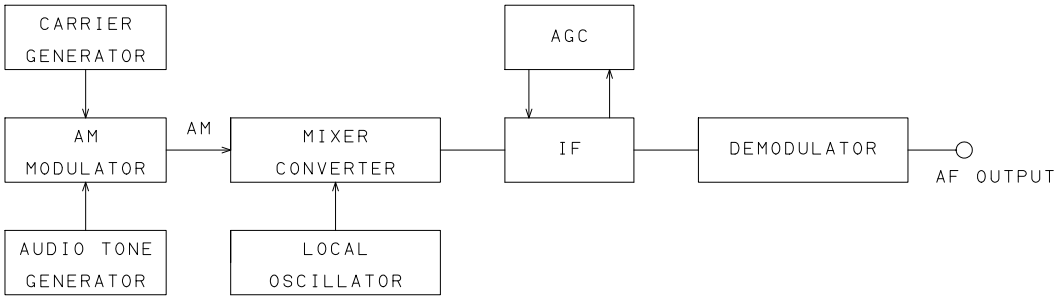


FIG.24 - BLOCK DIAGRAM OF A COMPLETE AM PROCESSING CHAIN
4130BF24

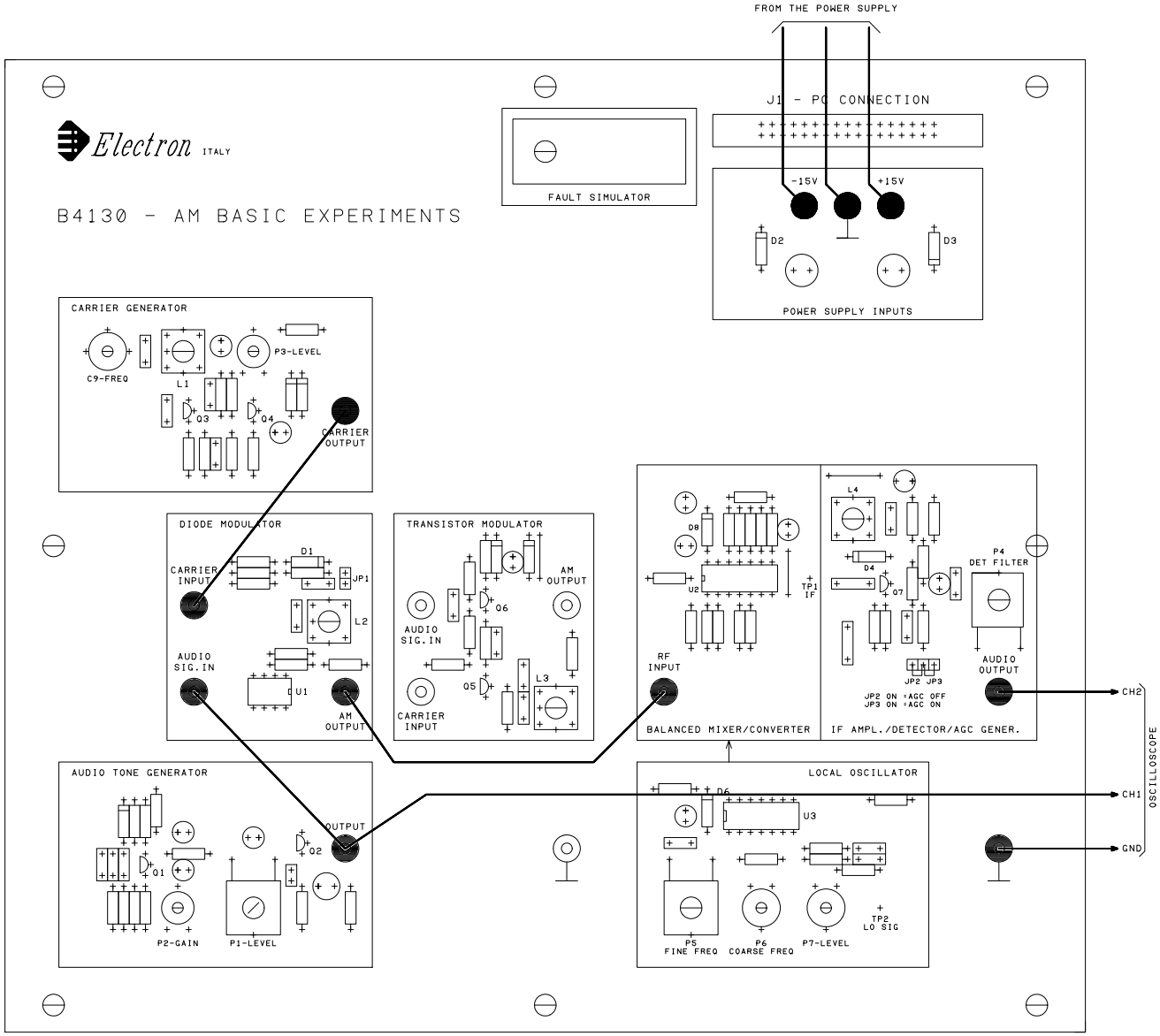


FIG.25 - SETUP FOR WORKSHEET No.7

4130BF25

PAGE VIDE

4 – RECHERCHE DES PANNES SIMULEES

Le système comprend un simulateur de pannes. Un total de 8 situations de panne est possible.

La simulation de pannes consiste à mettre des court-circuits en certains points du circuit afin de produire une défaillance technique.
Les pannes sont non-destructives et sont SIMULEES. Autrement dit il est prévu que l'étudiant exerce d'abord son intelligence du fonctionnement du circuit pour localiser la zone intéressée, après qu'il applique le raisonnement pour comprendre comme une défaillance de différents composants de la zone puisse générer le défaut. Pour accomplir cette tâche avec succès l'étudiant devrait utiliser l'oscilloscope et le multimètre.

Les pannes sont insérées par l'instructeur en actionnant un ou plus des commutateurs situés sous un couvercle en plastique situé sur la face avant de l'unité didactique.

Toutes les pannes sont exclues quand tous les commutateurs sont OFF.
En plus de ce système de simulation manuel, l'unité B1178 (optionnelle) avec son logiciel dédié donne la possibilité d'une recherche des pannes à l'aide d'un PC. Le B1178 – Interface au PC pour la Simulation de pannes – doit être connecté au connecteur J1 en haut à droite du circuit.
Naturellement les micro-commutateurs intégrés doivent être OFF pour que l'unité fonctionne correctement.

Quand l'unité didactique est utilisée dans notre Laboratoire pour la Formation Electronique Assisté par Ordinateur (code B1180), le connecteur J1 permet de connecter l'unité didactique à la position étudiant et l'instructeur peut alors contrôler les pannes sur son PC qui est connecté à chaque position étudiant.

Il vaut la peine de noter que l'utilisation de cette unité didactique avec le B1178 ou le B1180 n'est pas obligatoire et que la pleine utilisation de l'unité didactique et de ses fonctions est possible dans le mode "manuel" ordinaire.

En cas de simulation de pannes manuelle, étudiants doivent naturellement déduire la solution et non simplement jeter un coup d'œil sous le couvercle.

PAGE VIDE

5 – LISTE DES PANNES A SIMULER

Voici la liste des pannes qu'on peut simuler (pour l'Instructeur seulement). Pour une précise location des pannes voir le schéma qui suit cette section.

Pour le correct fonctionnement de l'unité didactique (pannes exclues) s'assurer que tous les commutateurs du simulateur de pannes soient en position OFF (ouverts).

Panne 1: Un contact normalement ouvert du simulateur de pannes met à la masse la base du transistor Q4, par une diode. Aucun signal utile de porteuse ne paraît sur la prise OUTPUT de la porteuse.

Panne 2: On met à la masse, par une diode, la base du transistor Q3, l'oscillateur dans le bloc Générateur de porteuse. L'oscillateur ne fonctionne pas.

Panne 3: Le collecteur du transistor Q1, oscillateur à déphasage du Générateur Audio, est mis à la masse à travers une diode. L'oscillateur est bloqué.

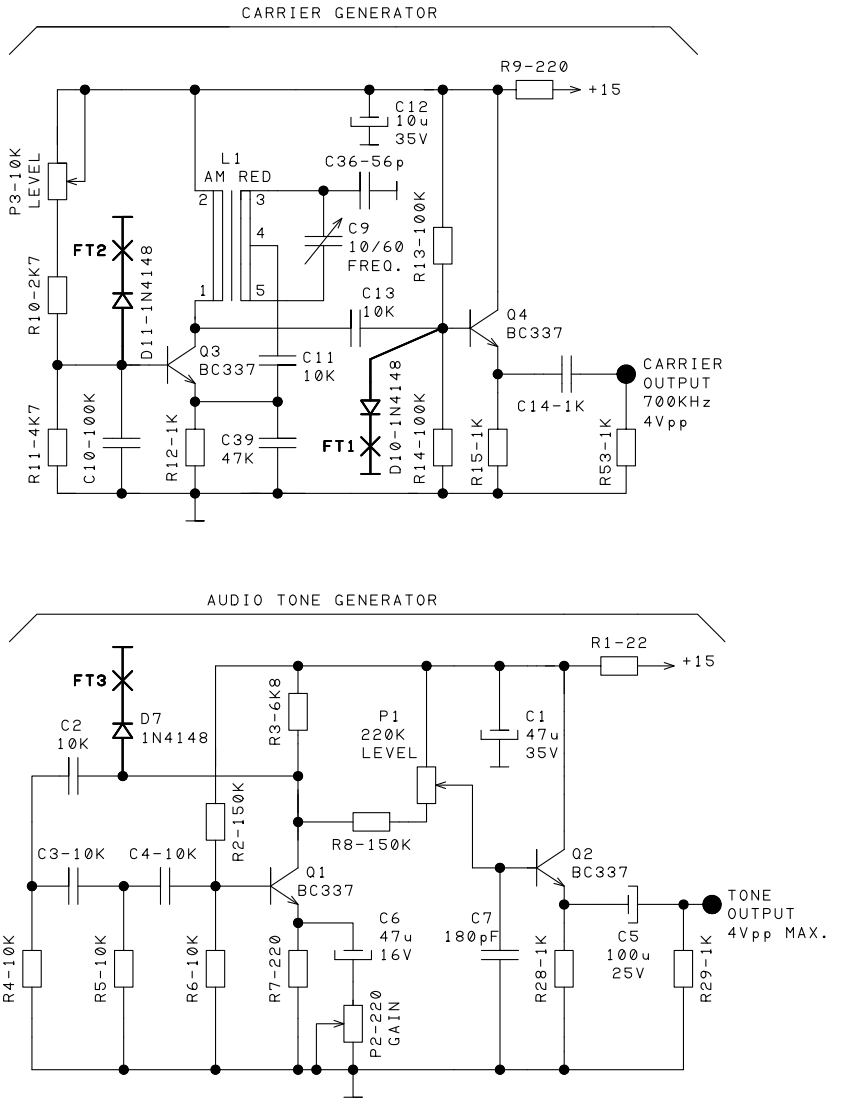
Panne 4: La base de transistor Q6, dans le Circuit du Modulateur à transistors, est mise à la masse à travers une diode. Le modulateur s'arrête.

Panne 5: Le collecteur du transistor Q5, dans le Circuit du Modulateur à transistors, est mis à la masse à travers une diode. Aucun signal de porteuse ne passe cet étage.

Panne 6: La masse est connectée à l'alimentation négative de U2, dans le circuit Mélangeur-Convertisseur. La polarisation c.c. du CI en est affectée et une sévère distorsion se produit à la sortie pour grands signaux d'entrée.
Cette panne est à considérer relativement complexe, puisque l'analyse du symptôme n'est pas immédiate.

Panne 7: La prise de Sortie Audio du détecteur d'enveloppe est mise à la masse. Aucun signal ne paraît. Soit la diode D5 que le condensateur C31 peuvent être retenus responsables de la panne, respectivement si interrompue ou court-circuité.

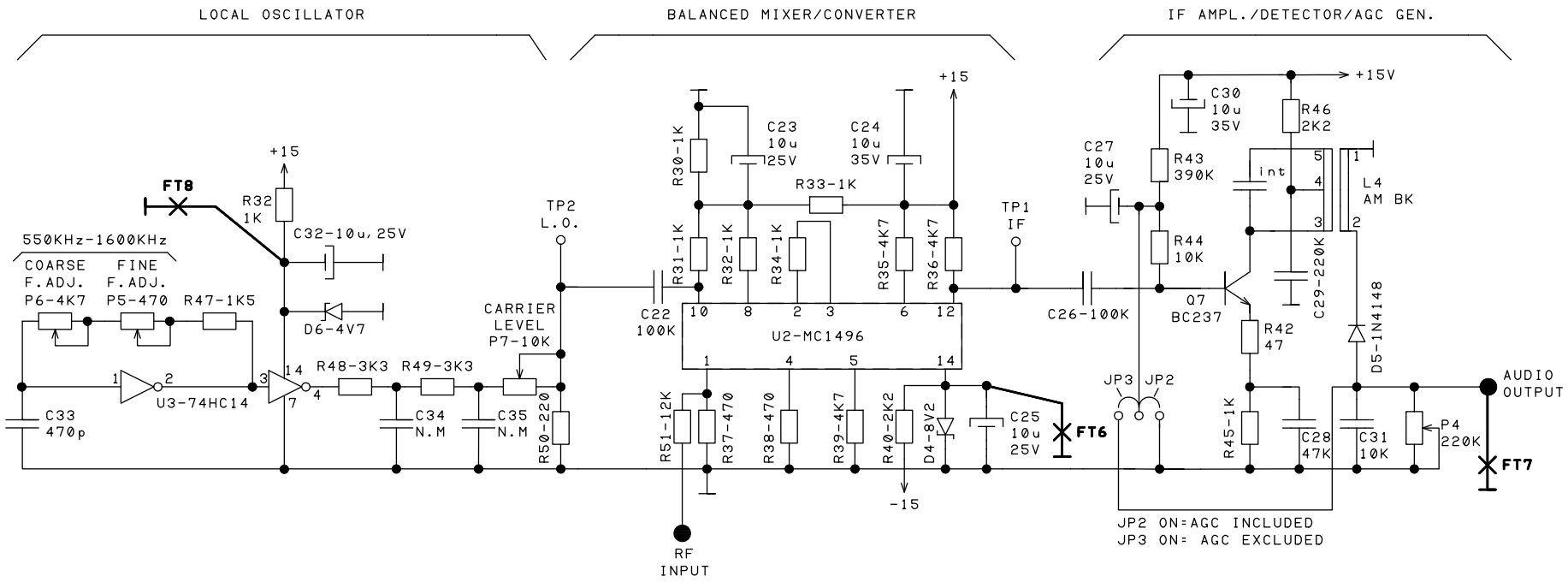
Panne 8: L'alimentation +5V pour l'Oscillateur local est mise à la masse, ce qui simule l'interruption de R32 ou de C32 ou le court-circuit de D6. Aucun signal n'est généré par l'oscillateur local.



THE SYMBOL ⟶✕⟵ INDICATES A NORMALLY OPEN CONTACT OF THE FAULT SIMULATOR

FIG.26 - SHEET 1 OF 3 INDICATION OF SIMULATED FAULT LOCATIONS

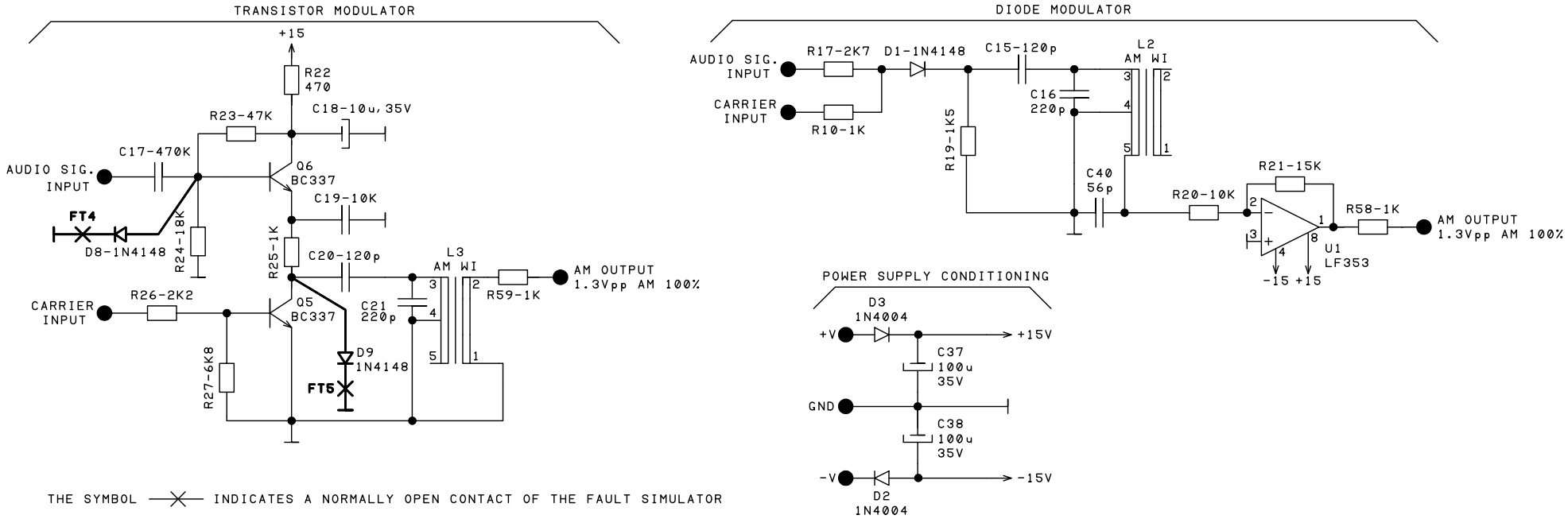
4130F26A



THE SYMBOL —×— INDICATES A NORMALLY OPEN CONTACT OF THE FAULT SIMULATOR

FIG.26 - SHEET 2 OF 3, INDICATION OF SIMULATED FAULT LOCATIONS

4130F26B



THE SYMBOL —×— INDICATES A NORMALLY OPEN CONTACT OF THE FAULT SIMULATOR

FIG.26 - SHEET 3 OF 3 INDICATION OF SIMULATED FAULT LOCATIONS

4130F26C

ANNEXE